

三种阔叶次生林的茎流研究

魏晓华 周晓峰

(东北林业大学林学系, 哈尔滨)

摘 要

本文测定了白桦林、水曲柳林、蒙古栎林的树干茎流量及其养分元素含量, 结果表明: 三个林分的茎流差异十分明显(白桦: 水曲柳: 蒙古栎 $\approx 1:2:3$), 这种差异与树叶形态、枝条分枝角度及林分的叶面积指数有关。茎流中绝大多数元素的含量显著地高于降雨中的含量。蒙古栎林借助于它的形态结构使其根系区域获得的水分、养分最多, 从而有助于它适应干旱、瘠薄的立地环境。

关键词: 树干茎流, 分枝角度, 茎流化学。

树干茎流是指树冠截获的降雨顺着树干流下的水。它携带着大量的养分进入根系区域, 使根系能获得更多养分与水分。本文主要研究白桦林 (*Betula platyphylla*)、水曲柳林 (*Franxinus mandshurica*)、蒙古栎林 (*Quercus mongolica*) 的树干茎流规律。目前, 国内这方面的研究不多, 特别是对阔叶树的研究。它在东北天然次生林水分与养分循环研究以及提高林地生产力的研究中都是不应忽视的重要部分。

一、研究方法

1. 试验点概况

试验点位于黑龙江省尚志县的最西部, 东经 $127^{\circ}30'$ — $127^{\circ}34'$, 北纬 $45^{\circ}20'$ — $45^{\circ}25'$ 。植被是东北东部山区较典型的天然次生林。本区属于大陆气候, 四季较分明, 冬天长, 夏天短, 年降水量600—800mm, 集中在6—8月。三块实验标准地设在帽儿山老爷岭生态站, 三个林分类型的林学特征见表1。

表1 三个林分类型的林学特征表(主林层)

Table 1 Characteristics of three natural secondary forest types (overstory)

类型	年龄	郁闭度	树种组成	N/ha	$\bar{D}_{1.3}$ (cm)	\bar{H} (m)	叶面积 指数	叶形	叶柄
白桦	31	0.95	9桦1杨	1600	11.1	14.6	2.69	叶小、革质	细软
水曲柳	28	0.85	9水1胡	1245	14.6	11.0	2.08	叶大、中革	粗硬
蒙古栎	32	0.96	10栎	1887	13.5	14.5	4.26	叶大、厚革	粗硬

2. 研究方法

在白桦、水曲柳(1984、1985年)、蒙古栎(1982、1983年)林内, 按树木径阶分别选

本文于1988年7月8日收到。

取10株正常的树木,用劈开的塑料管环绕树干,将茎流导入塑料桶内收集。1986年的树干茎流量是根据前两年的资料用回归方程推算而来的。1986年在每一林下放置5个塑料水槽(400×20×15cm)测定林内雨(水槽放置高度距地面50cm),并收集降雨、林内雨、树干茎流水样130多个。P的测定用ZSY-1型流动注射仪,K、Ca、Mg、Cu、Fe、Zn、Mn元素用PE-5000型原子吸收分光光度计测定。

二、结果与讨论

1. 降雨量与树干茎流

茎流与降雨量的关系,经多种方程挑选,以抛物线方程为最好(图1——以蒙古栎为例,其它类同)。它表明:随着降雨量的增加,茎流量也增加,雨量较小时增加较慢,雨量较大时增加较快。降雨量主要在6—8月,茎流对处于生长旺盛时期的树木来说具有重要的意义。

2. 形态结构与树干茎流

三个林分的年茎流总量占总降雨量的百分比分别是:白桦4.7%、水曲柳8.4%、蒙古栎15.6%。可见,茎流量的差异十分明显,其比例为:白桦:水曲柳:蒙古栎=1:1.8:3.1。为了排除林分密度的影响,我们通过计算13径阶单株木的茎流量也可得出上述类似的结论,其比例是:白桦:水曲柳:蒙古栎=1:1.3:2.4。树干茎流产生的过程是:树叶表面对降雨的截获汇入枝条,再汇入主干,然后进入林地。因此,树叶的形状、叶柄的粗细、枝条与树干的夹角、树皮的特点都影响茎流量,三个树种茎流量的明显差异主要与它们的形态结构差异有关。

(1) 树叶形态特性 树叶所截获的水是茎流产生的主要来源,截获的水多,才有可能产生较大的茎流。蒙古栎、水曲柳叶大、质厚、叶柄粗,能承住较大雨滴的冲力,且树叶的排列方式是叶尖朝上倾斜或稍平展,树叶的这种形态特性及其排列方式有利于截获更多的水;而白桦叶小、质薄、叶柄细长、叶片多数平展或下垂,遇大雨时,大的雨滴可弹动树叶,把树叶上暂时截获的水振下,转为林内雨的形式进入林地,特别在有风的情况下,这种现象更为明显。因而,白桦树叶表面不易存留住足够的水,也就是没有更多茎流来源。这是白桦林茎流量小的重要原因。

(2) 枝条分枝角度 枝条与树干(在垂直方向上)所形成的夹角越小,枝条表面上的水的下滑力就大,流动速度也越快,也就更容易汇入主干形成茎流。因此,枝条分枝角度是影响茎流快慢的一个重要因素,间接地影响到了茎流量的大小。我们调查的三个树种,其分枝角度的差异是明显的,白桦为58°、水曲柳43°、栎树38°,这也是蒙古栎茎流大、白桦量小的一个

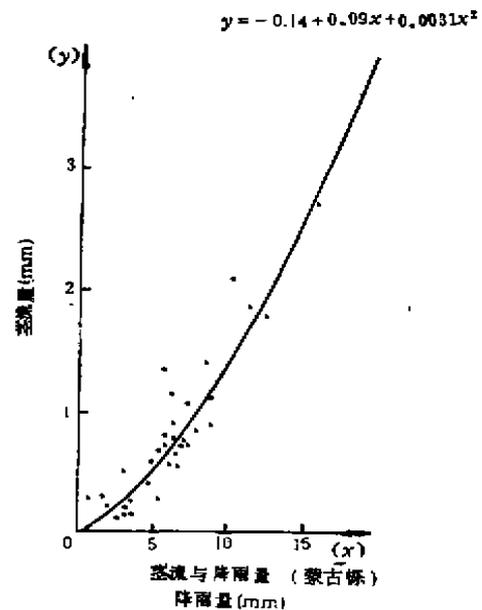


图1 茎流与降雨量(蒙古栎)

Fig.1 Stemflow and rainfall(in *Quercus mongolica*)

重要原因。

(3) 总叶面积 树干茎流的绝大部分是来自于树叶上所截获的降雨。树叶的总叶面积大, 则拦截的水分多, 就有可能形成较大的茎流。蒙古栎林的叶面积指数最大(表1), 这是它茎流量大的一个直接原因。

(4) 树皮 白桦树皮光滑, 利于水分的流动; 蒙古栎树皮上发达的纵纹也利于水的向下流动; 水曲柳树皮的细小方格较不利于水分下流。

从上面的分析可看出, 前三个主要因素使蒙古栎形成较大茎流, 使白桦形成的茎流较小。水曲柳林与白桦林相比较, 由于两者的叶面积指数差不多, 故它们的茎流量差异可以认为是树叶形态结构、分枝角度不同所致。

3. 树干茎流中的养分元素

树干茎流中的养分元素主要来自于降雨及降雨对树叶、枝条表面物质的淋洗、淋溶^[1]。用 LSR 多重比较方法可得出茎流中大多数元素的浓度明显^[2]高于降雨中浓度的结论(表2)。值得一提的是: Ca、Mg 元素的变化不明显, 甚至 Ca 在树干茎流中的浓度明显低于降雨中的浓度, 这可能是由于树叶对降雨中的 Ca、Mg 元素吸收吸附的缘故, 因篇幅限制, 在此不赘述。

表 2 降雨与茎流之间的浓度比较 单位: PPM

Table 2 Comparison of concentration between stemflow and rainfall(ppm)

元 素	降 雨 年 均 浓 度	白 桦		水 曲 柳		蒙 古 栎	
		茎 流	差 异*	茎 流	差 异	茎 流	差 异
P	0.004	0.078	++	0.320	++	0.140	+
K	1.880	10.300	++	13.650	++	4.830	+
Ca	5.180	1.860	--	3.680	0	3.180	0
Mg	1.710	0.780	0	1.230	0	1.080	0
Cu	0.008	0.005	0	0.010	++	0.008	0
Fe	0.064	0.100	0	0.120	+	0.140	++
Zn	0.040	0.016	++	0.014	++	0.012	++
Mn	0.016	0.052	+	0.025	+	0.042	+

* 结论来自于茎流与降雨之间的浓度比较

++ ($\alpha=0.01$)、+ ($\alpha=0.05$) 差异显著 茎流浓度高于降雨浓度

-- ($\alpha=0.01$)、- ($\alpha=0.05$) 差异显著 茎流浓度低于降雨浓度

0 没有明显差异

茎流中大多数元素浓度的月变化曲线呈近“U”型(图2——以蒙古栎茎流为例, 其它类型规律相似)。5月份的元素浓度偏高可解释为: 枝条表面经过半年冬天后, 接受了大量的飘尘、降雪所携带的物质, 这部分养分很大程度上影响着5月份树干茎流中元素的浓度。7、8月份浓度偏低是由于降雨较多对养分稀释所致。9月以后, 树叶开始老化, 生命过程停止, 淋溶作用加强, 导致浓度明显升高。虽然7、8月份茎流中的元素浓度偏低, 但其绝对量仍较高(表3), 这对林木生长十分有利, 因为7、8月份正是林木生长的旺期。

4. 形态结构与功能的统一

以茎流形式进入林地的水分大多数集中在根系区域运动, 且这些水分带有大量的矿质元素, 表4的数据表明在根系区域所获得的水分与养分比林地其它地方要高出数十倍(10—60

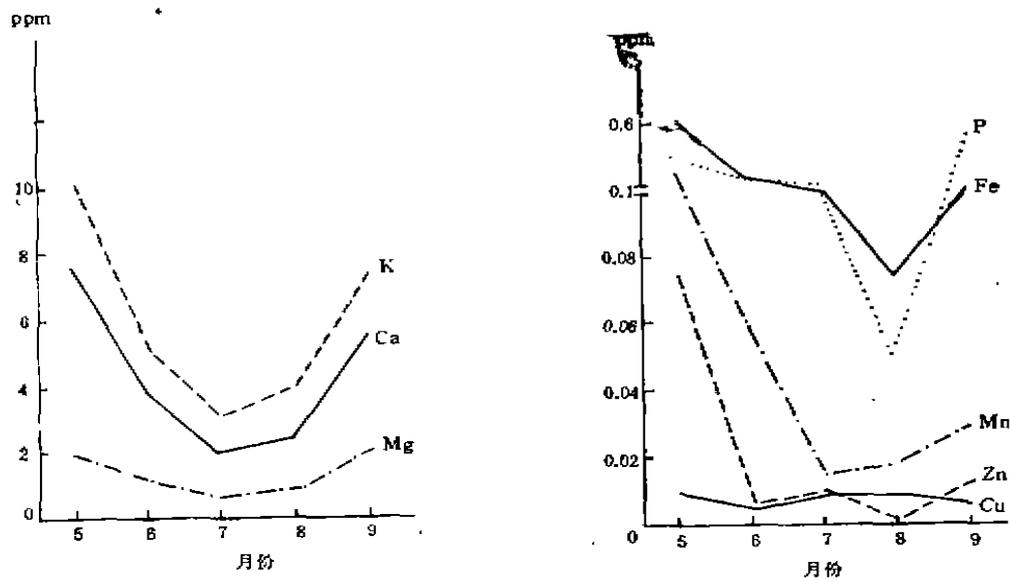


图 2 栎树茎流中元素浓度的月变化

Fig.2 Monthly changes of element concentration in *Quercus mongolica* stemflow

表 3 蒙古栎茎流中元素总量在生长季的月分配 (单位: 克/公顷)

Table 3 Monthly distribution of element amounts of stemflow in *Quercus mongolica* stands in growing season (unit: g/ha)

月份	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
5	23.87	739.98	546.87	14.07	0.77	49.61	5.41	1.38
6	51.14	1376.20	898.04	339.22	1.57	34.74	1.91	15.99
7	34.31	1072.41	685.71	261.92	3.20	33.13	3.14	5.69
8	13.78	1031.2	637.93	234.33	2.40	18.95	0.54	4.89
9	13.65	390.98	296.27	106.67	0.36	7.54	0.63	1.52

表 4 水分与养分进入土壤后的分配格局

Table 4 Distribution pattern of water and nutrient after entering soil

类型	Water	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
白 桦	20.6	7.2	50.5	24.5	29.7	6.12	28.2	16.4	25.3
水 曲 柳	26.8	32.1	59.5	45.6	30.8	22.4	39.8	25.1	21.7
蒙 古 栎	47.0	31.2	63.2	50.1	54.1	27.2	75.2	26.2	36.0

注: 表中的数字按 $(\frac{\text{总茎流}}{2 \times \text{倍胸高断面面积}} : \frac{\text{总林内雨}}{\text{林地面积}})$ 计算所得

倍), 这对林木的生长有重要意义。三种树种根系区域所获得的水分与养分高低顺序是: 蒙古栎 > 水曲柳 > 白桦。蒙古栎获得的水分、养分最多, 有利于它适应干旱、瘠薄的山脊立地环境, 是一种适应机制。

蒙古栎生长在干旱、瘠薄的“艰苦”环境下, 仍表现为最稳定的群落^[8], 具有较高的生产力, 必定在形态结构上有与其适应的特点。蒙古栎的形态结构有利于把更多的降雨及养

分导入树干茎流，进入根系区域。蒙古栎根系区域所获得的水分与养分是白桦的 2—3 倍，这种差异实质上反映两者在形态结构上相异性。

蒙古栎的根系深长，发达是它追踪水分与养分的结果。由于山脊土壤一般疏松、多沙性、渗透性较强，茎流沿树干进入林地后比较容易进入下层土壤或消失，而栎树发达的垂直根系则有助于捕捉更多的水分与养分。

可见，虽然蒙古栎生长在干旱、瘠薄的山脊上，但它的地下部分（发达的根系）、地上部分（林冠、树叶）的形态结构有助于它获得更多水分与养分，这就保证了它所需的物质供应，再加上蒙古栎林叶面积指数大，可以捕捉更多的光能，这是蒙古栎林在干旱、瘠薄条件下得以正常生长、群落得以稳定存在的一个重要因素或适应机制。在林业生产上，应该充分利用或促进这种适应机制。依据蒙古栎具有通过自己的形态结构在一定程度上解决水肥问题的特点（自肥特点），蒙古栎林的结构应以“较密集型”为好。这样，既可以充分利用立地空间，挖掘林地生产潜力，也可以诱导蒙古栎形成合理的形态结构，促进它的适应机制（林分密集，使枝条分枝角度降低，有利于产生更多的茎流），最终提高它的生产力。

参 考 文 献

- [1] Eaton, J.S., G.E.Likens, and F.H.Bormann, 1973, throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest, *J.Ecol.*, 61:495—508.
 [2] 北京林学院主编，1980年，《数理统计》，中国林业出版社，第184—186页。
 [3] 陈大珂、周晓峰等，1982，天然次生林四个类型的结构、功能及演替，东北林业大学学报，2:1—20。

A STUDY ON THE STEMFLOW OF THREE TYPES OF NATURAL SECONDARY FOREST

Wei Xiaohua Zhou Xiaofeng

(Northeast Forestry University, Harbin)

This paper deals with the relationship between stemflow and morphological characteristics of each dominant tree species of three types of natural secondary forest (*Betula platyphylla*, *Franxinus mandshurica*, and *Quercus mongolica*) and stemflow chemistry. The stemflow varies obviously with types of forest and depends on their leaf morphological characteristics, branch angle and leaf area index. *Q. mongolica* can get more water and nutrients through stemflow that help it to adapt to dry, meager soil at the mountain ridge.

Key words: stemflow, branch angle, stemflow chemistry,